

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль
«Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ
ОПОРЫ КРАНА КС-45718**

УДК 621.757:621.791:621.873-229.31.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А52	Галимов М. И		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В	к.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А.В.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В.Г.	к.п.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С.А.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

И.о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Крюков А.В	к.т.н.		

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов

	неразрушающего контроля
Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 10A52
Руководитель ВКР

М. И. Галимов
А. В. Крюков



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Оборудование и технология сварочного
производства»
Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. руководителя ОПТ
М.А. Кузнецов
(Ф.И.О.)

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломный проект
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
10А52	Галимову Максиму Игоревичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки опоры крана КС-45718	
Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)	31.01.2019 г. № 9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.КС-45718.060.00.000 СБ Опора 2 листа (А1). 2. ФЮРА.000001.060.00.001 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.060 ЛП План участка 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.060 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.060 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.060 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1).
---	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А. В
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Д. Г.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А52	Галимов М. И		



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Оборудование и технология
сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2019	Обзор литературы	20
17.02.2019	Объекты и методы исследования	20
17.03.2019	Расчеты и аналитика	20
17.04.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2019	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В	К.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

И. о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В	К.т.н.		

Юрга – 2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A52	Галимову Максиму Игоревичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лизунков В. Г.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Галимов М. И		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
10A52	Галимову Максиму Игоревичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки бесстыкового пути на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) <p>чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты</i> <p>(сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</p>	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И. о. руководителя ОТБ	Солодский С. А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10A52	Галимов М. И		

Содержание

Введение	14
1 Обзор литературы	16
2 Объект и методы исследования	19
3 Расчёт и аналитика	20
3.1 Теоретический анализ	20
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	20
3.1.2 Металлургические и технологические особенности приантового способа сварки	26
3.2 Инженерный расчет	29
3.2.1 Расчет режимов сварки	29
3.2.2 Технологический анализ выбранного производства	30
3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	33
3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	34
3.2.5 Технологическое нормирование операций	35
3.2.6 Выбор технологического оборудования	37
3.2.7 Контроль технологических операций	40
3.2.8 Разработка технической документации	43
3.3 Конструкторский расчет	45
3.3.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	45
3.3.2 Расчет элементов сборочно-сварочных приспособлений	46
3.4. Эргономическое проектирование	48
3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха	48
3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	50
3.4.3 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	51
3.4.4 Расчет необходимого количества производственного	55

оборудования	
3.5 Определение состава и численности работающих	57
3.6 Планировка заготовительных отделений	59
3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	60
3.8 Расчет и планировка административно-канторских и бытовых помещений	61
4 Экономический расчёт	63
4.1.1 Стоимость технологического оборудования	63
4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования	64
4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря	65
4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений	65
4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах	66
4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве	66
4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции	67
4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности	67
4.1.9 Денежные оборотные средства	68
4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	69
4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	70
4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников	71
4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	72
4.2.4 Расчет амортизации основных фондов	73
4.2.5 Расчет амортизации оборудования	73
4.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий	74
4.2.7 Отчисления в ремонтный фонд	75
4.2.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	78

4.2.8.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:	78
4.2.9 Затраты на силовую электроэнергию	78
4.2.10 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь	79
4.2.11 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	80
4.2.12 Заработная плата административно – управленческого персонала:	80
4.3. Экономическое обоснование технологического проекта	80
5 Социальная ответственность	82
5.1 Описание рабочего места	82
5.2 Законодательные и нормативные документы	83
5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	84
5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды	89
5.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	91
5.6 Охрана окружающей среды	92
5.7 Чрезвычайные ситуации	93
5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
5.9 Выводы	96
Заключение	98
Список литературы	99
Приложение А. (Спецификация Опора)	
Приложение Б (Технологический процесс)	
Дискета CD	В конверте на обложке
Графическая часть	На отдельных листах
ФЮРА.КС-45718.060.00.000 СБ Опора крана. Сборочный чертеж	Формат 2-А1

ФЮРА.000001.060.00.001 СБ Приспособление сборочно-сварочное	Формат А1
ФЮРА.000002.060 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000003.060 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1
ФЮРА.000004.060 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000005.060 ЛП Экономическая часть	Формат А1

Реферат

Данная выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 99 листах, в которых 20 таблиц, 21 источников литературы и 2 приложения.

Ключевые слова: опора крана КС-45718, приспособление сборочно-сварочное, технология, экономичность.

Объектом исследования является разработка экономически эффективной технологии сборки и опоры крана КС-45718.

Цель работы – проектирование участка сборки и сварки опоры крана КС-45718.

Основными разделами данной работы является: введение, раздел расчета и аналитики, раздел финансовый менеджмент, и социальная ответственность.

В разделе «Обзор литературы» представлен краткий обзор информации о сварочном оборудовании.

В разделе «Объект и методы исследования» представлено общее описание изделия "опора крана КС-45718", также здесь сформулирована задача представленной выпускной квалификационной работы. В разделе «Расчет и аналитика» произведен обоснованный выбор способа получения неразъемных соединений сварки и в соответствии с этим выбор сварочных материалов.

Произведен расчет режимов сварки и на основании них подобрано сварочное оборудование. Дополнительно осуществлен пооперационный расчет норм времени, определен состав элементов производства, выполнен расчёт и конструирование оснастки и планировка участка сборки и сварки.

В разделе "Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение" сделаны аналитические выводы по произведённым расчётам, также указали рыночную цену продукции и определили предполагаемую прибыль, произвели расчёты рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определили критический объём реализации.

В заключительном разделе "Социальная ответственность" произведено обоснование мер социальной ответственности предлагаемой технологии сборки и сварки опоры крана КС-45718.

В заключении кратко отображен анализ результатов разработки предлагаемой технологии и проектирования участка сборки и сварки опоры крана КС-45718.

Введение

Сварка и сварочное производство – одно из наиболее широко применяемых способов получения качественных неразъёмных соединений. Полученные при использовании различных способов сварки изделия в большинстве случаев позволяют получить требуемые прочностные характеристики. Сварка находит широкое применение как при изготовлении металлоконструкций различной сложности так и при восстановлении, и ремонте изделий.

Современный уровень развития сварочных технологий получения неразъёмных соединений служит основой для увеличения производительности труда, экономии основных производственных затрат и снижения себестоимости, а также обеспечивает повышение качества выпускаемой продукции.

Существует огромное количество разнообразных способов и видов сварки, но наибольшее распространение получили:

- ручная дуговая сварка (ТТА);
- сварка в защитных газах (TIG/TAG);
- сварка под слоем флюса (SAW)

Из них можно выделить механизированную сварку в защитных газах TIG/TAG, данный способ наряду с простотой и эффективностью, отличается гибкостью и универсальностью, обеспечивает высокие технико-экономические показатели. К преимуществам можно отнести:

- обеспечение высокой проплавляющей способности дуги;
- обеспечение заданных свойств получаемых сварных соединений.;
- имеется возможность механизировать и автоматизировать весь цикл сварочных операций.

Объектом исследования в данной выпускной квалификационной работе является разработка экономически

эффективной технологии сборки и сварки секции верхней стрелы крана
КС-45718.

Цель работы – проектирование участка сборки и сварки опоры крана
КС-45718

1 Обзор литературы

В индустриальной отрасли страны на всех металлургических предприятиях используется сварочное оборудование.

Сварочное оборудование необходимо не только в промышленности, но и в различных отраслях деятельности человека, в частности, при ремонте и строительстве.

Такое распространение сварочного оборудования требует от него улучшенных возможностей, что привело к появлению нового оборудования – автоматического, малогабаритного, более эффективного и потребляющего меньше электричества.

Продолжительность работы

Показателем, влияющим на непрерывное время работы аппарата, является продолжительность включения (ПВ). Измеряется оно в процентах и обозначает продолжительность времени от 10-минутного периода, в течение которого сварочное оборудование способно работать без перерыва.

Например, показатель ПВ при $t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 80 (45%). Это значит, что данный аппарат, при $t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и силе тока в 80 А, способен непрерывно работать без перегрева в течении 4,5 минут и должен иметь перерыв в работе 5,5 минут. В большинстве случаев люди не всегда правильно воспринимают этот параметр, так как считают, что за 4,5 минуты они мало чего успеют сделать и выбирают аппарат с большим ПВ. Однако это не совсем рационально.

Во-первых, варить без перерыва более 5 минут просто невозможно, потому что электрод прогорает быстрее. И во время его замены оборудование успевает остыть.

Во-вторых, практика показывает, что в сварочном процессе 80% рабочего времени занято подготовкой (передвижение детали, смена электродов, зачистка,

откол шлака, перемещение самого сварщика относительно детали и т.д.) и только 20% приходится непосредственно на сварку. Поэтому уже спустя 2-3 минуты рабочему понадобится переместить деталь.

Трансформатор, выпрямитель или инвертор?

Для сварки черных металлов наиболее часто применяются трансформаторы переменного тока. Это аппараты, выдающие на выходе переменный сварочный ток и использующиеся только для ручной дуговой сварки плавящимися электродами с рутиловой обмазкой. Они просты в устройстве и неприхотливы в эксплуатации.

Такие устройства являются самыми доступными по сравнению с остальными видами сварочных аппаратов, и могут стать выбором как новичка, так и профессионала. Позволяют выполнять широкий спектр задач (сварка решеток, ворот, уголков, листового железа, оградок, калиток), используются при монтаже различных металлоконструкций.

Трансформаторы постоянного тока (выпрямители) по своей конструкции весьма похожи на аппараты переменного тока. Их главное отличие — это встроенный блок из диодов и тириستоров, благодаря которому на выходе получается постоянный сварочный ток. Они отличаются большим постоянством электрической дуги и выдают более ровный и крепкий шов, нежели аппараты, работающие от переменного тока. К примеру, BlueWeld SPACE 280 AC/DC 814300 позволяет проводить сварку рутиловыми и целлюлозными электродами.

Эти устройства позволяют проводить сварку как чёрных, так и цветных металлов, нержавеющей стали с применением специальных электродов. Такие трансформаторы наиболее популярны в профессиональной среде. Минусом их является небольшая потеря мощности на выходе за счёт выпрямления переменного тока.

Сварочные инверторы находят широкое применение в быту и в профессиональном производстве, несмотря на высокую цену. Главная их

особенность — это выпрямление питающего напряжения на входе. Далее оно преобразуется в переменное и подаётся на трансформатор. По причине того, что получаемое напряжение имеет высокую частоту (20-45 кГц), появилась возможность использовать трансформаторы небольших размеров и массы.

Возможность работы с любыми материалами в любых условиях способствовала высокой популярности этого вида сварочных аппаратов [1].

2 Объект и методы исследования

Объектом исследования является разработка технологии и проектирования участка сборки - сварки опоры крана КС-45718.

Изготавливаемое изделие – опора крана является составной частью крана КС-45718 и одной из важных и ответственных частей крана. Опора служит для поддержания стрелы так как база увеличилась и возникла необходимость для дополнительной опоры.

Опора крана представляет собой швеллерную сварную конструкцию, состоящую из двух длинных стоек, к которой приваривают две поперечины. В качестве основного материала для изготовления опоры крана используют сталь марки Ст3.

Задачей данной выпускной квалификационной работы является: разработка технологии и проектирования участка сборки - сварки опоры крана КС-45718, выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определение потребного состава всех необходимых элементов производства, расчёт и конструирование оснастки, планировка участка сборки и сварки, экономический расчёт предложенного варианта изготовления и обоснование мер социальной ответственности разработанного производства.

Все вышеперечисленные разработки должны обеспечить качественный процесс изготовления изделия при оптимальном уровне механизации и автоматизации производства.

3 Расчет и аналитика

3.1 Теоретический анализ

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – опора крана КС-45718 состоит из двух сборочных единиц: стойки левой и правой поз.10; поперечина верхняя поз.1; поперечина нижняя поз.2; из двух опорных платиков поз.5; ребра жёсткости поз 4, поз. 8; упоры поз. 6, поз. 9.

Основу сборочной единицы составляют две стойки и поперечины, изготовленных из швеллера. Одним из основных подузлов являются ложементы. В качестве основных материалов используют, сталь: Ст3.

Химический состав и механические свойства сталей приведены в Таблицах 3.1 и 3.2 соответственно [2]:

Ст3 (ГОСТ 380-71);

Таблица 3.1 - Химический состав стали [2]

Марка стали	Массовая доля элементов, %									
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ni	As	N
Ст3	0,14÷0,22	0,3÷0,55	0,12÷0,3	0,05	0,040	–	–	–	–	–

Таблица 3.2 - Механические свойства [2]

Марка стали	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
Ст3	380÷490	210	23

Способ сварки при разработке технологии изготовления следует выбирать таким образом, чтобы он удовлетворял всем требованиям, установленным исходными данными. Если возможно использовать несколько способов, то

окончательный выбор производится по результатам экономической оценки (минимальные затраты или максимальная производительность при требуемом качестве).

Для этих видов сталей рекомендуются следующие способы сварки:

- а) механизированная и автоматическая сварка в защитных газах;
- б) в азоте электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм;
- в) автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм;
- г) электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [3].

Выбираем сварку в среде защитной смеси $Ar+CO_2$ плавящимся электродом. Этот способ сварки характеризуется следующими факторами:

- а) имеется возможность вести механизированную и автоматическую сварку, а так как в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше 1 м, то возможность использования автоматической сварки очень важна;
- б) высокая производительность;
- в) высокие механические свойства сварных соединений;
- г) меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- д) значительное уменьшение сварочных брызг и сокращение затрат на зачистку изделия;
- е) меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в защитных газах электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов – раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70.

Проволока по ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она

поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен.

К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках.

Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4 [4].

Таблица 3.3 - Химический состав проволоки

Марка проволоки	Массовая доля элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Al	S	P
Св-08Г2С-О	0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	0,2	0,25	0,05	не более	
							0,025	0,03

Таблица 3.4 - Механические свойства металла шва

Марка проволоки	σ_b , МПа		η , Дж/см ²	
			20 °С	0 °С
Св-08Г2С-О	510	24	86	-

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны используется смесь Ar и CO₂. Смесь изготавливается в соотношении 18 – 20 % углекислоты и 80 – 82 % аргона согласно требованиям ТУ 2114-001-87144354-2012.

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам.

Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения.

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью [5].

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- а) резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- б) изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- в) возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- г) образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- д) образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление

компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

а) определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;

б) оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;

в) оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической свариваемости;

г) оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы:

1) первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы;

2) вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п.

Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы, [6]:

1) первая группа – хорошо сваривающиеся стали;

2) вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;

3) третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;

4) четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, – это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [7]:

$$C = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{To}{4} + \frac{V}{14} \quad (3.1)$$

где – символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах. Если углеродный эквивалент $C_{экв}$ больше 0,45 %, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла

Произведём определение свариваемости стали Ст3:

$$C = 0,22 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,15}{24} + \frac{0,1}{10} + \frac{0,1}{5} = 0,26 \quad (3.2)$$

Делаем вывод: стали хорошо свариваются и так как толщина свариваемых элементов до 10 мм не требуется специальных методов сварки.

Таким образом, применяемые при изготовлении опоры крана стали удовлетворяют требованиям применяемости, при сварке в среде защитных газов.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При сварке в смеси $Ar+CO_2$ тепловые характеристики дуги возрастают, что объясняется отчасти повышением доли теплоты, выделяющейся в результате химических реакций, и некоторым напряжением дуги. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [8]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более полному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны.

Аргон, растекаясь по поверхности свариваемого изделия, довольно длительно защищает довольно широкую и протяжённую зону как расплавленного, так и нагретого при сварке металла.

При сварке в смеси $Ar+CO_2$ плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение CO_2 по реакции [7]:



Окисление металла происходит по реакции [7]:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс, и задерживать окисление углерода стали [7]:

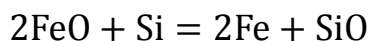


При сварке в смеси, содержащей CO_2 , происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения оксида углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до $0,12 \div 0,14\%$ С, не ниже $0,5 \div 0,8\%$ $T=\text{Mn}$. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке низкоуглеродистых сталей сварные швы без пор указанного выше состава получают при применении кремне-марганцовистых электродных проволок, обеспечивающих малую загрязнённость металла шва оксидными включениями.

Содержащийся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле[8]:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно от 1 до $1,5\%$ массы наплавленного металла.

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в $\text{Ar}+\text{CO}_2$ проволокой Св-08Г2С-О, остаётся на необходимом уровне.

При сварке в смеси с участием CO_2 наблюдается повышенное по сравнению с другими способами сварки разбрызгивание электродного металла. Некоторая часть капель расплавленного металла, вылетающих из зоны сварки, прилипает или сплавляется со свариваемой деталью, соплом горелки и токоподводящим мундштуком. Налипание капель на поверхность сопла и токоподводящего мундштука может нарушить равномерную подачу электродной проволоки, ухудшить газовую защиту, поэтому необходимо периодически очищать сопло и токоподводящий мундштук от брызг [9].

Значительному снижению разбрызгивания электродного металла способствует добавление в смесь аргона – до 80 %. Это приводит к переходу от крупнокапельного переноса металла в дуге к струйному, что способствует улучшению сплавления, уменьшает подрезы, увеличивает производительность сварки и позволяет получать более плотные сварные швы.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в среде защитных газов должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.2 Инженерный расчет

3.2.1 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в CO_2 плавящимся электродом следующие [10]:

$d_{\text{эл}}$ - диаметр электродной проволоки;

V_c - скорость сварки;

I_c - сварочный ток;

U_c - напряжение сварки;

l_b - вылет электродной проволоки;

$V_{\text{эл}}$ - скорость подачи электродной проволоки;

$n_{\text{пр}}$ - общее количество проходов;

$q_{\text{зг}}$ - расход защитного газа.

Для примера производим расчёт сварки шва Т1 катет 4. Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-0, в нижнем положении

Тип соединения Т1-Д4 по ГОСТ 14771-76, сварка однопроходная (см. рисунок 3.1).

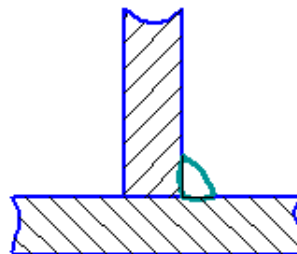


Рисунок 3.1 Шов Т1 ГОСТ 14771 - 76

Ориентировочно площадь корневого и заполняющего проходов при нижнем положении шва принимаем $F_{\text{нк}}=12,2\text{мм}^2$, $F_{\text{нз}}=24\text{мм}^2$

Диаметр электродной проволоки определяем по формуле: [10]

$$d_{\text{эл}} = K_d \cdot F_H^{0,625} \quad (3.8)$$

где K_d - коэффициент, учитывающий положение шва и способ сварки по уровню автоматизации;

$$K_d = 0,149 \dots 0,409 \quad (3.9)$$

$$d_{\text{эл}} = (0,149 \dots 0,409) \cdot 12,2^{0,625} = 0,96 \dots 2,21 \text{ мм.}$$

Принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2$ мм, что удовлетворяет ограничениям диаметра при сварке в смеси газов по уровню автоматизации и положения шва в пространстве.

Скорость сварки находим по формуле [10]:

$$V_c' = \frac{15,9 \cdot d_{\text{эл}}^2 + 67,4 \cdot d_{\text{эл}}^{1,5}}{F_H} \quad (3.10)$$

$$V_c' = \frac{8,9 \cdot 1,2^2 + 50,6 \cdot 1,2^{1,5}}{12,2} = 8,5 \text{ мм/с.}$$

$$V_{\text{эл}} = \frac{4F_H \cdot V_c}{\pi \cdot d_{\text{эл}}^2 \cdot (1 - \psi_p)} \quad (3.11)$$

$$V_{\text{эл}} = \frac{4 \cdot 12,2 \cdot 9,3}{3,14 \cdot 1,2^2 \cdot (1 - 0,1)} = 113 \text{ мм / с}$$

Скорость подачи электродной проволоки рассчитываем по формуле [10]:

Сварочный ток по формуле [10]:

$$I_c = D_{\text{эл}} \cdot (\sqrt{1450 \cdot d_{\text{эл}} \cdot V_{\text{эл}}} + 145150 - 382) \quad (3.12)$$

$$I_c = 1,2 (\sqrt{1450 \cdot 1,2 \cdot 113} + 145150 - 382) = 243,1 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 240\text{-}250 \text{ А}$

Напряжение дуги определяем по формуле [10]:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot I_c \quad (3.13)$$

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 240 = 26 \text{ В.}$$

Принимаем $U = 26 - 28 \text{ В}$

Расход защитного газа находим по формуле [10], л/с:

$$q_{зг}=0,0033 \cdot I_c^{0,75} \quad (3.14)$$

$$q_{зг}=0,0033 \cdot 240^{0,75} = 0,16 \text{ л/мин}$$

Данные по всем сварным швам сводим в таблицу 3.5

Таблица 3.5 – Расчетные режимы для сварки опоры крана

№ шва	Обозначение	I _{св} , А	U, В	Q _{зг} , л/мин	n _{проходов}
1	T1 - Δ4	220-240	26-28	0,15-0,17	1
3	C2	220-240	26-28	0,15-0,17	1
4	У4	220-240	26-28	0,15-0,17	1
6	H1- Δ4	220-240	26-28	0,15-0,17	1
8	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1
9	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1
10	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1
12	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1
13	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1
14	нестандартный	220-240	26-28	0,15-0,17	1

3.2.2 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе

предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование – «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт [11].

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменнo-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно - механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N=1000$ штук, а масса изделия равна 52

кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу мелко серийное [12].

3.2.3 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс изготовления опоры крана

КС-45718 (ФЮРА.КС-45718.100.060.00.000 СБ) начинается с подбора сборочных единиц и деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Сборка опоры производится в несколько этапов. Основа опоры – это две стойки и поперечины. Кромки должны быть механически обработаны. Части швеллеров варят встык с двух сторон. Сварной шов начинают и заканчивают на выводных планках(если есть такая возможность и необходимость) которые после полной заварки стыкового шва удаляют машиной шлифовальной. Затем швеллера отправляют на контроль.

После окончания комплектовочной операции (005), на приспособлении (ФЮРА.000001.060.00.000) осуществляется полная сборка опоры (операция 010). Устанавливается платик (поз. 8), и опору (поз.15) далее производится прихватка и сварка установленных единиц, потом устанавливаем на сборочную единицу два ребра (поз. 11), устанавливаем согласно чертежу ложемент (поз. 10) наносим защитное покрытие, прихватываем и привариваем к сборочной единице установление детали. Далее на приспособление устанавливается два сварочных узла номер 1 и размещаем две поперечины (поз. 5 и 4) и подгоняем по месту выдерживая размеры, производим прихватку и сварку двух поперечин. Зачищаем сварной шов заподлицо с основным металлом. Далее устанавливают два упора (поз. 9), два упора (поз. 13) и две стойки (поз. 18). Прихватываем детали в порядке

установки и кантуем в удобное положение для сборки – сварки используя при этом кран – балку.

Устанавливаем на сборочную единицу две пластины (поз. 6) и два ребра (поз. 7) выдерживая размеры. Размещаем и устанавливаем по разметке на сборку две детали (поз. 22), (поз. 30) и (поз. 37). Устанавливаем пластик (поз. 35) и крюк (поз. 36), устанавливаем лист (поз. 38), наносим защитное покрытие для дальнейшего лёгкого очищения брызг. Свариваем и прихватываем детали в порядке установки. Операция слесарная (015) зачищаем сборочную единицу от брызг, маркируем и клеймим, далее производится контроль мастером и БТК.

Контрольная операция (020) состоит из проверки сборки визуальным и измерительным контролем

3.2.4 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом технологическом процессе применяется приспособление для сборки сварки ФЮРА.000001.060.00.000 ВО.

В качестве оборудования предлагается использовать оборудование Адмиралтеец (ПДГ-421с выпрямителем ВС-300Б).

Сварка опоры выполняется механизированной в смеси газов $Ar+CO_2$. Она обладает значительной производительностью процесса, при этом значительно снижает разбрызгивание и улучшает механические свойства и качество сварных швов.

3.2.5 Техническое нормирование операций

Техническое нормирование - является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - основным критерием при расчёте потребного количества и загрузки оборудования и определение числа рабочих [13].

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин, для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [13]:

$$T_{ш} = (T_{н.ш.к} + L + t_{ви}) \cdot K_n, \quad (3.15)$$

где $T_{н.ш.к}$ - неполное штучно - калькуляционное время, ч;

L - длина свариваемого шва по чертежу, м;

$t_{ви}$ - вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования

Неполное штучно - калькуляционное $T_{ншк}$ определяется по формуле:

$$T_{н.ш.к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right) \quad (3.16)$$

где T_o - основное время сварки, ч;

$t_{в.ш}$ - вспомогательное время сварки, зависящее от длины сварочного шва, мин;

$a_{обс.}$; $a_{отл.}$; $a_{п-з}$; - соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные нужды, подготовительно-заключительную работу, процент к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газа плавящимся электродом сумма коэффициентов ($a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}$) составляет 28,8 % [13].

Основное время для механизированной сварки в защитном газе определяется по формуле [13]:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha} \cdot n, \quad (3.17)$$

где F - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 ;

I - сила сварочного тока, A ;

γ - плотность наплавленного металла, г/см^3 ; (при сварке сталей составляет $7,8\text{г/см}^3$);

α_n - коэффициент наплавки, $\text{г/(A} \cdot \text{ч)}$.

Для примера определим норму времени согласно операции 010 технологического процесса сборки и сварки опоры крана.

Исходные данные:

-марки сталей: СТЗ;

-марка электродной проволоки: Св-08Г2С-О;

-сварной шов тавровый односторонний без скоса кромок;

-шов №4 ГОСТ 14771-76- Т1-Д4;

-длина шва - 1835 мм;

-положение шва нижнее;

-площадь поперечного сечения наплавленного металла шва с катетом 4мм,
 $F = 7,93 \text{ мм}^2$;

-коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08ГСМТ при механизированной сварке легированных сталей в среде $\text{Ar} + \text{CO}_2$, при вылете электрода $L = 13 \text{ мм}$ составляет $\alpha_n = 15 \text{ г/(A} \cdot \text{ч)}$

-из установленного производителем сварочного оборудования режима сварки (зависит от толщины свариваемого металла) принимаем величину сварочного тока $I = 200 A$.

При сварке в среде углекислого газа $K_{\text{пл}} = 1$.

Определяем основное время сварки по формуле [10]:

$$T_o = \frac{12,2 \cdot 7,85 \cdot 60}{240 \cdot 15} + \frac{20 \cdot 7,85 \cdot 60}{240 \cdot 15} \cdot 1 = 4,2 \text{ мин.} \quad (3.18)$$

Неполное штучно-калькуляционное время находим по формуле :

$$T_{н.ш.-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot (1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100}) \quad (3.19)$$

$$T_{н.ш.-к} = (4,2 + 0,7) \cdot (1 + 28,8/100) = 5,88 \text{ мин.} = 0,01 \text{ ч.}$$

где $t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва согласно литературе [9] составляет 0,75 мин.; $K_{п} = 1,2$

$$T_{ш} = (5,88 \cdot 1,8 + 0,78) 1,2 = 13,6 \text{ мин.} = 0,22 \text{ ч.} \quad (3.20)$$

Аналогично рассчитывается норма штучного времени на сварку для всех операций, где осуществляется сварка. Результаты представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Трудоемкость изготовления изделия

Базовый			Предлагаемый		
Номер операции	Наименование	Время, мин	Номер операции	Наименование	Время, мин
005	Комплектование	6,6	005	Комплектование	6,6
010	Сборка - сварка	227,6	010	Сборка - Сварка	122
015	Контроль	-	015	Слесарная	37
			020	Контроль	-
Итого		3,9ч	Итого	2,7ч	

3.2.6 Выбор технологического оборудования

Пост для сварки в смеси газов $Ar+CO_2$ состоит из источника питания дуги и подающего механизма.

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для

окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

- а) техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
- б) наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
- в) наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
- г) наименьшие габаритные размеры оборудования; д) наименьшая масса;
- е) наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;
- ж) минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование:

Полуавтомат ПДГ-421(Адмиралтеец) с выпрямителем ВС-300Б
Полуавтомат сварочный ПДГ-421 предназначен для сварки изделий из стали на постоянном токе стальной и порошковой проволокой в среде защитных газов. Имеет возможность ручной дуговой сварки покрытыми электродами. [14].
Полуавтомат состоит из подающего механизма ПДГ-421(Адмиралтеец) и сварочного выпрямителя ВС-300Б.

Подающий механизм закрытого типа, внутри которого установлен 4-х роликовый редукторный привод, электромагнитный клапан, плата управления и газовый тракт. Органы управления сварочным режимом расположены на лицевой панели. Является заменой известного полуавтомата «Гранит» и А-547 и имеет перед ними преимущество по динамическим свойствам.

Плата управления обеспечивает:

- Плавную регулировку скорости подачи сварочной проволоки и напряжения

- Управление газовым клапаном, подающим механизм и сварочным источником от кнопки на горелке
- Изменение параметров сварочного режима в процессе сварки

Выпрямитель обеспечивает плавную настройку тока и напряжения во всем диапазоне регулирования. Для контроля режима сварки выпрямитель оснащен амперметром и вольтметром. Имеется пульт дистанционного управления. Имеется автоматическая защита от нарушения вентиляции и опасной перегрузки. Выпрямитель имеет удобные токовые разъемы. Основные характеристики находятся в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Основные характеристики ВС-300Б [1]:

Номинальные сварочные параметры	Номинальный ток при 315А Питание сети 3х380, ПВ= 85%
Диапазон сварочного напряжения	16÷35 В
Диапазон сварочного тока	50÷350 А
Максимальное направление холостого хода	45
Габаритные размеры (ДхШхВ)	не более 830х400х710 мм
Масса	не более 120 кг

Управление полуавтоматом осуществляется с помощью органов управления, расположенных на лицевой панели механизма подачи, на блоке управления и кнопкой на горелке.

Основные характеристики механизма подачи проволоки представлены в таблице 3.8

Таблица 3.8 – основные характеристики ПДГ-421

Скорость подачи проволоки	45 - 950 м/ч
Диаметр проволоки	0,6÷1,4 мм
Габаритные размеры (ДхШхВ)	не более 450х175х295 мм
Масса	не более 8 кг

3.2.7 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки. Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции.

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны – приводят к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия. Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва [15]:

- а) неполномерность швов;
- б) неравномерность шва;
- в) несимметричность шва;
- г) бугристость шва;
- д) грибовидность;
- е) боковые выплески металла;
- ж) подрезы шва;
- и) наплывы;
- к) прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений [12]:

- а) непровары;
- б) трещины;
- в) поры;
- г) шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д.

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов - катетометров.

Сварочные напряжения и деформации, меры борьбы с ними [15].

Сварка, как и другие процессы обработки металлов, вызывает возникновение в изделиях собственных напряжений.

В зависимости от причины, вызвавшей напряжения, различают:

- а) тепловые напряжения, вызванные неравномерным распределением температур при сварке;
- б) структурные напряжения, возникающие вследствие структурных превращений.

В зависимости от времени существования:

- а) временные – существующие лишь в определённый момент времени; б) остаточные – остаются в изделии после исчезновения причины, их вызвавшей.

В зависимости от размеров области [15]:

- а) напряжения первого рода, которые действуют и уравниваются в

крупных объёмах, соизмеримых с размерами изделия или его основных частей;

б) напряжения второго рода – уравниваются в микрообъёмах тела в пределах одного или нескольких зёрен металла;

в) напряжения третьего рода уравниваются в объёмах, соизмеримых с атомной решёткой.

Сварочные напряжения являются напряжениями первого рода. По направлению действия напряжения и деформации различают:

а) продольные (вдоль оси шва);

б) поперечные (поперёк оси шва).

По виду напряжённого состояния:

а) линейные (действующие в одном направлении);

б) плоскостные (действующие в двух направлениях);

в) объёмные (действующие в трёх направлениях).

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями от сварки можно расчленить на две основные группы:

а) мероприятия, предотвращающие вероятность возникновения деформаций и напряжений;

б) мероприятия, обеспечивающие последующее исправление деформаций и снятие возникших напряжений.

Сложение остаточных напряжений с рабочими сжимающими, способствует местной потере устойчивости. Но благодаря наличию в сварной конструкции более жёстких элементов она способна принимать рабочие нагрузки.

С целью предотвращения развития деформаций, обеспечения требуемых форм и точности сварных конструкций, проводятся различные мероприятия, начиная со стадии проектирования и, кончая самим процессом изготовления сварного изделия:

а) минимальная протяжённость сварных швов, минимальное сечение швов, удовлетворяющее расчётным условиям, что приводит к уменьшению

остаточных деформаций и напряжений;

б) симметричное расположение швов;

в) оптимизация последовательности выполнения сборочно-сварочных работ;

г) закрепление изделия в приспособлениях;

д) прихватка деталей для исключения смещения их при сварке.

Эти меры в полной мере обеспечивают достаточно хорошее качество изделия. Применение каких-либо других способов борьбы с деформациями и напряжениями нецелесообразно, так как это ведёт к неоправданному удорожанию изделия.

На участке сборки-сварки секции верхней применяется метод ВИК – визуально-измерительный контроль, который проводится на 100 % швов с помощью лупы, шаблона – катетомера и штангенциркуля.

3.2.8 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть выполнены соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов.

Разработка технологических процессов включает [16]:

- а) расчленение изделия на сборочные единицы;
- б) установление рациональной последовательности сборочно - сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- в) выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- а) возможная наименьшая трудоёмкость;
- б) минимальная продолжительность производственного цикла;
- в) минимальное общее требуемое число рабочих;
- г) наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- д) возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [16]:

- а) наименование и условное обозначение изделия;
- б) название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- в) число данных сборочных единиц в изделии;
- г) перечень данных сборочных единиц в изделии;
- д) название цеха;
- е) указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- ж) последовательный перечень всех операций;
- з) сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- и) данные о принятых способах и режимах сварки

- к) сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- л) нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

3.3 Конструкторский расчет

3.3.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций.

В базовом технологическом процессе не предусмотрено использование какого-либо приспособления. Предлагается использовать стол универсальный сборочный

Применение технологической оснастки облегчит процесс сборки и сварки изделия, позволит устанавливать свариваемое изделие в удобное для сварки положение, что в свою очередь повышает качество сварных швов, производительность труда и снижает трудоемкость изготовления [17].

В предлагаемом сварочном приспособлении ФЮРА.000001.060.00.000 ВО используются винтовые прижимы, что приводит к снижению затрат и сложности изготовления зажимов в отличие от пневмоприжима

3.3.2 Расчёт элементов сборочно - сварочных приспособлений

В приспособлении сварочном ФЮРА.000001.060.00.000 ВО для прижатия двух стоек поз. 15 к столу и двух поперечин поз. 4, поз. 5, используются винтовые прижимы. Они служат для прижатия и надёжного закрепления швеллеров: левой и правой стойки (поз. 15) и двух поперечин (поз. 4, 5) ..

От вида резьбы и торца нажимного винта (гайки) зависит сила закрепления заготовки (при заданном моменте на приводе). Предпочтительна метрическая резьба, имеющая наиболее высокий коэффициент трения, и поэтому надёжная против самоотвинчивания. Резьбы с крупным шагом позволяют быстрее закрепить заготовку, а с мелким - более надёжны при обработке заготовок с ударами, вибрацией, переменными нагрузками. Нажимные торцы винта выполняются сферическими, плоскими и с пятой. Механизмы со сферической формой торца винта используют для закрепления деталей по необработанным поверхностям, плоским торцом - по предварительно обработанным поверхностям и с пятой - для закрепления по поверхностям, исключаящим вмятины или другие повреждения.

В приспособлении ФЮРА.000001.060.00.000 СБ используются винтовые прижимы с резьбой М12. Рассчитаем винтовой прижим.

Исходные данные:

- тяговое усилие Q , кгс;
- средний диаметр винта d_2 , см;
- внутренний диаметр винта d_1 , см;
- ход винтовой линии S , см;
- предел текучести материала винта σ_T , кгс/см².

Угол подъема винтовой линии резьбы определяется по формуле:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{S}{\pi \cdot d_2} \quad (3.21)$$

где $S=0,175$ см;

$\pi=3,1416$;

$d_2=1,11$ см.

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,175}{3,1416 \cdot 1,11} = 0,050, \quad (3.22)$$

где $\beta = 2,86^\circ$.

Определим КПД передачи, %:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta + \rho)}, \quad (3.23)$$

где при малых скоростях скольжения угол трения $\rho = 6 \dots 8^\circ$.

$$\eta = \frac{2,86}{\operatorname{tg}(2,86 + 7)} = 16,82 \%$$

Определим допускаемое напряжение в материале винта, кгс/см²:

$$[\sigma_B] = \frac{\sigma_T}{3,5}, \quad (3.24)$$

для стали 35 предел текучести равен $32 \text{ кгс/мм}^2 = 3200 \text{ кгс/см}^2$,

$$[\sigma_B] = \frac{3200}{3,5} = 914,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Определим расчётную площадь сечения винта:

$$F = 0,785 \cdot d_1^2, \quad (3.25)$$

где $d_1=1,02$ см.

$$F = 0,785 \cdot 1,02^2 = 0,81 \text{ см}^2.$$

Приведенное напряжение винта определяется по формуле:

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{Q}{F} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \cdot \left(\frac{S}{\eta \cdot d_1} \right)^2}, \quad (3.26)$$

где $Q=500$ кгс.

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{500}{0,81} \cdot \sqrt{1 + 1,6 \cdot \left(\frac{0,175}{16,82 \cdot 1,02} \right)^2} = 617,28 \text{ кгс/см}^2,$$

$$\sigma_{\text{пр}} \leq [\sigma_B].$$

Условие $\sigma_{\text{пр}} \leq [\sigma_B]$ выполняется.

3.4 Эргономическое проектирование

3.4.1 Состав сборочно - сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха.

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [18]:

а) производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки,

наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

б) вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

в) административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [18].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании, как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямооточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий [18].

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно - сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно - конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха.

Для проектируемого участка сборки и сварки принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Планировка сборочно - сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приближенно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования [18].

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств. В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха.

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн

проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах вокруг последних указывают также размещение рабочих.

Основными мерами по совершенствованию организации труда являются: подготовка и повышение квалификации кадров, внедрение рациональных форм разделения труда, рациональная организация трудового процесса, обеспечение благоприятных условий труда, совершенствование нормирования труда.

Различают три основные формы разделения труда: функциональную, технологическую и квалификационную.

Функциональное разделение труда предлагает подразделение всех работников предприятия на отдельные группы, в зависимости от выполняемых ими функций на производстве. Задача функционального разделения труда состоит в том, чтобы выбрать такой вариант распределения работ между исполнителями, который обеспечивал бы высокую производительность труда, хорошее качество изделий, рациональное использование оборудования и производственных площадей.

В сварочном производстве необходимо максимально освобождать сварщиков от выполнения вспомогательных и обслуживающих операций.

Обслуживание рабочего места сварщика должно быть построено таким образом, чтобы он своевременно получал производственное задание и необходимую техническую документацию. Сварочные материалы, инструменты и приспособления должны доставляться на рабочее место сварщика вспомогательными рабочими. Сборка изделий под сварку, как правило, производится слесарями-сборщиками. Зачистку кромок перед сваркой, а также

зачистку швов от шлака и брызг металла поручают, как правило, подсобным рабочим.

Технологическое разделение труда состоит в разбивке всего производственного процесса на технологически однородные операции. Отсюда деление рабочих по профилям. Каждой профессии соответствует чётко ограниченный круг работ. Так, например, профессия сварщика подразделяется на специализации электросварщика ручной дуговой сварки, газосварщика, электросварщика на автоматических машинах, электросварщика на полуавтоматических машинах, сварщика на машинах контактной сварки и т.д. [20].

Квалификационное разделение труда состоит в том, что в зависимости от сложности выполняемой работы все работы и профессии рабочих различаются по квалификационным разрядам. Такое разделение труда производится с учётом производственных навыков рабочих, опыта в работе, владения теоретическими знаниями общего уровня образования необходимого для выполнения определённого круга работ.

Разделение работ по квалификации рабочих позволяет освободить рабочего высокой квалификации от работ, выполнение которых требует простого труда. Выполнение рабочим операции, требующей более высокой квалификации, может привести к снижению производительности труда появлению брака в работе.

С разделением труда связана расстановка рабочих на производстве. При этом возможна такая расстановка, при которой работа может выполняться индивидуально и коллективно.

При индивидуальной организации труда на каждом рабочем месте работает один рабочий. Для неё характерно закрепление за рабочим местом одинаковых или близких по сложности операций.

При коллективной организации труда применяют такие формы, как бригадная работа, совмещение профессий, многостаночное оборудование.

Внедрение научной организации труда на рабочих местах сварочных участков должно обеспечить необходимые условия для эффективной и качественной работы сварщиков с минимальными затратами сил и рабочего времени. Повышение производительности труда и качества сборки и сварки может быть достигнуто в результате осуществления технических (оснащение рабочих мест современным оборудованием и сборочно - сварочными приспособлениями) и организационных (совершенствование организации рабочих мест с учётом эргономических факторов – выбора оптимальной рабочей зоны, уменьшение нагрузок на двигательную - мышечную систему сварщика и т.д.) мероприятий. Они позволяют также уменьшить утомляемость сварщика, сохранять высокую работоспособность в течение всей смены.

Большое значение для организации труда сварщиков имеет современная организационная и технологическая оснастка, которая служит для обеспечения высокого качества работ, наиболее удобных условий работы, хранения и размещения на рабочем месте приспособлений, инструмента, свариваемых деталей и сборочных единиц; сварочных материалов, технической документации и т.п. [19].

Организация труда на рабочем месте в большой степени зависит от его планировки. Правильно запланировать рабочее место – значит рационально расположить оборудование, приспособления, инструмент, свариваемые детали и сборочные единицы, сварочные материалы, наиболее экономно использовать производственную площадь. На рабочих местах должны быть обеспечены нормальные санитарно-гигиенические и эстетические условия труда работающих.

Сюда входит надлежащее освещение рабочих мест, поддержание нормальной температуры воздуха, хорошая вентиляция помещения, сокращение производственного шума и вибраций, цветовое оформление стен и оборудования, чистота и порядок на рабочем месте, применение соответствующей спецодежды и т.д.

Мероприятия по улучшению технологического процесса: повышение уровня механизации за счет применения станда для автоматической сварки.

3.4.4 Расчёт необходимого количества производственного оборудования

К основным элементам производства относятся рабочие, оборудование, материалы и энергетические затраты [20].

Необходимое количество оборудования и приспособлений C_p определяется по формуле [20]:

$$C_p = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_{\partial} \cdot K_{вн}} \quad (3.27)$$
$$C_{пр} = \frac{122 \cdot 1000}{60 \cdot 1874 \cdot 1} = 1,09$$
$$C_{рст} = \frac{42 \cdot 1000}{60 \cdot 1874 \cdot 1} = 0,4$$

где $T_{шт}$ – штучное время на операции для одного изделия, мин;

N – годовая программа выпуска изделий, $N=1000$ шт.;

F_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования в односменном режиме, ч/год;

S – количество смен работы оборудования;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения нормы выработки, $K_{вн}=1$.

Примем, что номинальный фонд рабочего времени при односменном режиме работы составляет 1973 ч.

F_H – номинальный фонд рабочего времени при работе в одну смену равен 1973 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$F_{\partial} = F_H - 5\% \quad (3.28)$$

$$F_o = 1973 - 5\% = 1874$$

Коэффициент загрузки оборудования и приспособлений k_{zo} определяется по формуле [20]:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_n} \cdot 100\% \quad (3.29)$$

где C_{cp} – расчетное количество оборудования и приспособлений, шт.;

C_n – принятое количество оборудования и приспособлений, шт.

Результаты расчета количества единиц оборудования на операцию приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Количество единиц оборудования на операцию

Номер операции	Наименование	Т _ш , мин	С _р , шт.	С _п , шт.	К _{зо} , %
1	2	3	4	5	6
Базовый технологический процесс					
005-010	-	227	-	-	-
Предлагаемый технологический процесс					
010	Приспособление(2), кран–балка(1), Адмиралтеец(2)	122,3	1,09	5	21
015	Стол слесарный	37	0,4	1	40

3.5 Определение состава и численности работающих

Состав рабочих в сборочно-сварочном цехе, подразделяется на группы:

- 1) основные производственные рабочие;
- 2) вспомогательные рабочие;
- 3) инженерно-технические работники (ИТР);
- 4) младший обслуживающий персонал (МОП).

Определим необходимое количество основных рабочих таблица.3.10.

Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой $P_{п}$.

Таблица 3.10 - величина численности основных рабочих

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
Трудоемкость $T_{ш}$, мин.	536,3	165,6
Расчетное (принятое) списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и $P_{п}$, чел.	1,16 (2)	1,5 (2)
Расчетное (принятое) явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	1,1 (2)	1,4 (2)

Продолжение таблицы 3.10

Расчетное (принятое) число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	0,29 (1)	0,37 (1)
Расчетная (принятая) численность ИТР, чел.	0,09 (1)	0,12 (1)
Расчетная (принятая) численность МОП, чел.	0,02 (1)	0,03 (1)
Расчетная (принятая) численность контролеров, чел.	0,01 (1)	0,01 (1)

Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле:

$$P_{cn} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_d} = \frac{165,6 \cdot 1000}{60 \cdot 1874} = 1,5 \quad (3.30)$$

$$P_{яв} = \frac{T_{шт} \cdot N}{60 \cdot F_n} = \frac{165,6 \cdot 1000}{60 \cdot 1973} = 1,4$$

где N – годовая программа выпуска изделия, $N=1000$ шт.;

$T_{шт}$ – трудоемкость технологического процесса, мин;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d=1874$ ч;

F_n – номинальный фонд рабочего времени, $F_n=1973$ ч;

$P_{яв}$ и $P_{сп}$ – расчетные значения соответственно явочного и списочного состава производственных рабочих, результаты заносим в таблицу.

Остальные категории работников рассчитываем в процентном соотношении от списочного количества рабочих[21]:

1)вспомогательные рабочие – 25 процентов от количества основных рабочих;

2)инженерно-технические работники (ИТР) – 8 процентов от суммы основных и вспомогательных рабочих;

3)младший обслуживающий персонал (МОП) – 2 процента от суммы основных и вспомогательных рабочих;

4) контролеры качества продукции – 1 процент от суммы основных и вспомогательных рабочих,

Количество рабочих на участке приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Количество рабочих на участке

Категории рабочих	Кол-во принятых рабочих
Основные	2
Вспомогательные	2
ИТР	1
МОП	1
Контроль	1

3.6 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

1) из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;

2) общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих обработке сортаментов металла;

3) количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно- сварочного отделения [18].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [18].

3.7 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки и сварки каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [18].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.8 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно - конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных

предприятий».

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на большом расстоянии от уборных.

4 Расчёт объёма капитальных вложений

В объем капитальных вложений входит:

- стоимость технологического оборудования;
- стоимость вспомогательного оборудования;
- стоимость инструментов и инвентаря;
- стоимость эксплуатируемых помещений;
- стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах;
- стоимость оборотных средств в незавершенном производстве;
- стоимость оборотных средств в запасах готовой продукции;
- стоимость оборотных средств в дебиторской задолженности;
- сумма денежных оборотных средств.

4.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования в таблице 4.1, представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{\text{то}} = \sum_{i=1}^T Q_i \cdot Ц_i, \text{руб} \quad (4.1)$$

где T – количество операций технологического процесса изготовления изделий;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции;

$Ц_i$ – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -

ой операции.

Таблица 4.1 - Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель оборудования	Ц _i , руб	Q _i , руб	K _{тоi} , руб
010	Адмиралтеец,	122 000	2	244 000
	Приспособление,	150 000	2	300 000
	Кран - балка	300 000	1	300 000
015	Стол слесарный	50 000	1	50 000
Всего:				894 000

4.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования ($K_{во}$) определим приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{го} = K_{то} \cdot 0,30, \text{руб} \quad (4.2)$$

$$K_{го} = 894000 \cdot 0,30 = 268200 \text{ руб}$$

4.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря (КиИ) по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10-15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

-инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

-производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

-хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д)

4.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

В первом случая общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C_n = Ц_{nn} + Ц_{вп}, \text{руб} \quad (4.3)$$

$$C_n = 47000 \text{ руб}$$

где $Ц_{nn}$ - балансовая стоимость производственных (основных) помещений

$Ц_{вп}$ - балансовая стоимость вспомогательных помещений.

4.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{нзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot C_m}{360} \cdot T_{обм} \quad (4.4)$$
$$K_{нзм} = \frac{52.5 \cdot 1000 \cdot 59,3}{360} \cdot 60 = 518875$$

где H_m - норма расхода материала, кг/ед;

N - годовой объем производства продукции, шт;

C_m - цена материала, руб./кг;

$T_{обм}$ - продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

4.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{нзп}$) может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{H \cdot T_{ц} \cdot C \cdot k}{360}, \text{руб} \quad (4.5)$$
$$K_{нзп} = \frac{1000 \cdot 360 \cdot 3891 \cdot 1}{360} = 3891000$$

где $T_{ц}$ - длительность производственного цикла, дни;

C - себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_r - коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C = \frac{H_M \cdot \Pi_M}{k_M}, \text{руб} \quad (4.6)$$

$$C = \frac{52,5 \cdot 59,3}{0,8} = 3891 \text{ руб.}$$

где k_M - коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия ($k_M=0,8 \div 0,85$).

Коэффициент готовности:

$$k_z = (k_M + 1) \cdot 0,5 = (1 + 1) \cdot 0,5 = 1 \quad (4.6)$$

4.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C \cdot N \cdot T_{zn}}{360} = \frac{3891 \cdot 1000 \cdot 10}{360} = 108083 \text{ руб} \quad (4.7)$$

где T_{zn} - продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях

4.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности.

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn} \cdot T_{dz}}{360}, \text{руб} \quad (4.8)$$

$$K_{\partial з} = \frac{4474650 \cdot 7}{360} = 87\,007 \text{ руб}$$

где V_{pn} - выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

$T_{дз}$ - продолжительность дебиторской задолженности ($T_{дз}=7\div 40$), дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$V_{pn} = C \cdot N \left(1 + \frac{p}{100}\right), \text{ руб} \quad (4.9)$$

где p - рентабельность продукции ($p=15 - 20\%$).

$$V_{pn} = 3891 \cdot 1000(1 + 0,15) = 4\,474\,650 \text{ руб}$$

4.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно можно принять 10% от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10, \text{ руб} \quad (4.10)$$

$$C_{обс} = 518875 \cdot 0,10 = 51\,887 \text{ руб}$$

4.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

Классификация затрат по экономическим элементам имеет для предприятия важное значение. Сметный разрез затрат позволяет определить общий объем потребляемых предприятием различных видов ресурсов. На основе

сметы осуществляется увязка разделов производственно-финансового плана предприятия: по материально-техническому снабжению, по труду, определяется потребность в оборотных средствах и т.д. Группировка затрат по экономическим элементам отражается в смете затрат на производство и реализацию продукции (работ, услуг). В ней собираются затраты по общности экономического содержания, по их назначению.

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- основные материалы за вычетом реализуемых отходов;
- заработная плата производственных рабочих;
- отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих.

Эти статьи относятся к прямым затратам. Остальные расходы образуют косвенные расходы:

- амортизация оборудования предприятия;
- арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений;
- отчисления в ремонтный фонд;
- вспомогательные материалы на содержание оборудования;
- затраты на силовую электроэнергию;
- износ инструмента;
- заработная плата вспомогательных рабочих;
- отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих;
- заработная плата административно-управленческого персонала;
- отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала;

4.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы размещается в таблице 4.2, рассчитываются по формуле:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{\text{тзр}} - C_o - H_o), \text{руб} \quad (4.11)$$

$$C_m = 1000(59,3 \cdot 52,5 \cdot 1,04) = 3237780 \text{ руб}$$

где $K_{\text{тзр}}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов ($K_{\text{тзр}}=1,04$);

C_o – цена возвратных отходов, руб/кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт;

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = t_3 - t_o = 0$$

где t_3 – масса заготовки, кг;

t_o – масса изделия, кг.

Таблица 4.2 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_m , руб.
4,6	3237780	0	3237780
Всего:		3237780	

4.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время показано в таблице 4.3. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В дипломной работе предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{зо} = \sum_{i=1}^T \frac{t_{штi} \cdot C_{часi}}{60} \cdot k_n \cdot k_p, \text{руб} \quad (4.12)$$

$$C_{сб-св} = \sum_{i=1}^1 \frac{164 \cdot 125}{60} \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 666,2$$

где T – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ - норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ - часовая ставка j -го разряда, руб./час;

k_n - коэффициент, учитывающий премии и доплаты ($k_n \div 1,5$);

k_p - районный коэффициент ($k_p=1,3$).

Таблица 4.3 - Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$T_{штi}$, мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб
Сборщик -сварщик	164	4	2	125	666,2
Фонд заработной платы всех рабочих					666,2

4.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{oco} = C_{zo} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2, руб \quad (4.13)$$

$$C_{oco} = 666,2 \cdot 0,30 \cdot 0,017 = 3,4 руб$$

где α_1 - обязательные социальные отчисления ($\alpha_1 = 0,30$)

α_2 – социально страхование по проф. Заболеваниям и несчастным случаям ($\alpha_2 = 0,003 \div 0,017$)

4.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени их полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейный и нелинейный.

4.2.5 Расчет амортизации оборудования

1. При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах выпускной работы целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод изображённый в таблице 4.4:

$$\alpha_{hi} = \frac{1}{T_o} \cdot 100\% \quad (4.14)$$

$$\alpha_{н адмиралтеец} = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10\%$$

$$\alpha_{н np} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,3\%$$

$$\alpha_{н к-б} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,3\%$$

$$\alpha_{н см} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,3\%$$

где T_o – срок службы оборудования ($T_o=3\div 12$ лет)

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot \alpha_{hi}, \text{ руб} \quad (4.15)$$

$$A_{ад} = \sum_{i=1}^2 122000 \cdot 10 = 2\,440\,000, \text{ руб}$$

$$A_{np} = \sum_{i=1}^2 150000 \cdot 8,3 = 2\,490\,000, \text{ руб}$$

$$A_{см} = \sum_{i=1}^1 50000 \cdot 8,3 = 415\,000, \text{ руб}$$

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

2. При небольшом объеме производства и неполной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов

продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на 1 час работы оборудования:

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot \alpha_{ни}}{F_d \cdot K_{вpi}}, \text{руб} \quad (4.16)$$

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^5 \frac{844000 \cdot 26,6}{1874 \cdot 21} = 570,4, \text{руб}$$

$$A_{qi} = \sum_{i=1}^1 \frac{50000 \cdot 8,3}{1874 \cdot 40} = 5,5, \text{руб}$$

где n – количество оборудования;

$K_{вpi}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования,

$F_d=1874$ час.

Таблица 4.4 - Расчёт амортизационных отчислений

№ операции	Ц _i , руб.	а _{ни} , %	F _{дi} , ч	A _{qi} , руб.
010	844 000	26,6	1874	570,4
015	50000	8,3	1874	5,5
Амортизационные отчисления для всех станков (A _q)				576

4.2.6 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений 30÷50 лет.

4.2.7 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд можно рассчитать одним из предложенных методов:

В зависимости от:

$$C_p = (K_{mo} + K_{eo}) \cdot k_{рем} + C_n \cdot k_{з.рем}, руб \quad (4.17)$$

$$C_p = (894000 + 268200) \cdot 0,5 + 47000 \cdot 0,1 = 585\,800 \text{ руб}$$

где $k_{рем}$, $k_{з.рем}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления в ремонтный фонд.

Коэффициенты устанавливаются в зависимости от состояния объектов основных фондов и года их эксплуатации.

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и др.) таблица 4.5. Затраты на ремонт оборудования определяются по формуле:

$$C_{ч.р} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{mi} \cdot R_{Ti} + \omega_{эi} \cdot R_{Эi})}{T_{РЦ} \cdot \beta_m \cdot \beta_{тп} \cdot \beta_p \cdot \beta_t} + t_{р.Эл} \cdot C_{р.Эл}, руб \quad (4.18)$$

$$C_{ч.р} = \sum_{i=1}^1 \frac{100 \cdot (2000 \cdot 1 + 2000 \cdot 2)}{10 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5} + 2 \cdot 10000 = 50000 \text{ руб}$$

где R_{Mi} и $R_{Эi}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

ω_{Mi} и $\omega_{Эi}$ – затраты на все виды планово - предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{РЦ}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, ч;

β_m , $\beta_{тп}$, β_p , β_t – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{р.Эл}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{p.эл}$ – стоимость ремонта;

$T_{рем, работ}$ – трудоёмкость ремонтных работ.

Таблица 4.5 - Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{p.эл}$	R_{Mi}	$R_{Эi}$	ω_{Mi}	$\omega_{Эi}$	$C_{ч.р}$
010	2	1	2	5000	5000	50000
015	1	1	-	1000	1000	1000
Суммарные затраты на ремонт аппарата						51000

4.2.8 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

4.2.8.1 Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ох}, руб \quad (4.19)$$

$$C_{СОЖ} = 6 \cdot 1000 \cdot 1,56 = 9360 руб$$

где $g_{ох}$ – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка ($g_{ох}=1,56$ кг/дет);

$ц_{ох}$ – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб/кг;

n – количество станков.

4.2.9 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию размещены в таблице 4.6:

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot N \cdot F_d \cdot K_N \quad (4.20)$$

$$C_{чЭ} = \sum_{i=1}^1 34 \cdot 0,7 \cdot 1,06 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \cdot 1,7 = 32 \text{ руб}$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i - ой операции, кВт;

K_N , $K_{вр}$ – средние коэффициенты загрузки электродвигателя по мощности и времени, принимаем $K_N = 0,5$; $K_{вр} = 0,3$;

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей, $K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода, принимаем $K_{\omega} = 1,06$;

η – КПД оборудования, принимаем $\eta = 0,7$;

$\Pi_{Э}$ – средняя стоимость электроэнергии(по данным городской электросети), руб.

Таблица 4.6 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чЭi}$, руб
010	34	32
015	-	-
Затраты на электроэнергию для всех операций		32

4.2.10 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин}$) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учтем как плановые и включим в себестоимость

произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

4.2.11 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^k C_{змi} \cdot Ч_{врi} \cdot 12 \cdot k_{нi} \cdot k_{рi}, \text{руб/год} \quad (4.21)$$

$$C_{звр} = \sum_{i=1}^1 10000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 187\,200 \text{ руб/год}$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{змj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$k_{нj}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих ($k_{нj} = 1,2 \div 1,3$);

$k_{рj}$ – районный коэффициент ($k_{рj} = 1,3$).

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овр} = C_{звр} \cdot 0,26, \text{руб/год} \quad (4.22)$$

$$C_{овр} = 187200 \cdot 0,26 = 48672 \text{ руб/год}$$

4.2.12 Заработная плата административно – управленческого персонала:

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{зауп}i} \cdot \text{Ч}_{\text{ауп}i} \cdot 12 \cdot k_{\text{pi}} \cdot k_{\text{pdi}}, \text{руб/год} \quad (4.23)$$

$$C_{\text{зауп}} = \sum_{i=1}^1 12000 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 205\,920 \text{ руб/год}$$

где $C_{\text{зуп}j}$ – месячный оклад работника административно - управленческого персонала, руб.;

$\text{Ч}_{\text{ауп}j}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел.

$k_{\text{пд}j}$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{\text{оауп}} = C_{\text{зауп}} \cdot 0,26 = 205920 \cdot 0,26 = 53\,539 \text{ руб/год} \quad (4.24)$$

4.3. Экономическое обоснование технологического проекта

В разделе необходимо экономически обосновать технологический проект, таблица 4.7 т.е сделать аналитические выводы по произведённым расчётам, также нужно указать рыночную цену продукции и определить предполагаемую прибыль, произвести расчёт рентабельности капитальных вложений и рентабельности продукции; определить критический объём реализации.

Таблица 4.7 - Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб/ед	Сумма, руб./год
Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	3237	3 237 780
Заработная плата производственных рабочих	872,2	872 200
Отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	4,4	4 400
Амортизация оборудования предприятия	663	7 956
Арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	-	47000
Отчисления в ремонтный фонд	553,3	553 300
Вспомогательные материалы на содержание оборудования	650	7 800
Затраты на силовую электроэнергию	32	32000
Заработная плата вспомогательных рабочих	187,2	187 200
Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих	4056	48 672
Заработная плата административно – управленческого персонала	205,9	205 920
Отчисления на социальные цели административно – управленческого персонала	53,5	53 539

Таблица 4.8- Основные технико-экономические показатели детали (номер детали)

Показатели	Величина
Годовая программа выпуска, шт	1000
Трудоёмкость изготовления одной детали, час	2,7
Количество единиц оборудования, шт	6
Количество производственных рабочих, чел	2
Количество вспомогательных рабочих, чел	1
Количество административно-управленческого персонала, чел	1
Норма расхода материала, кг	52,3
Производственная себестоимость, руб/ед	
Общехозяйственные затраты, руб/ед	
Себестоимость одной детали, руб	3891

Вывод:

В ходе выполнения работы по разделу ФМРиР был выполнен расчет прямых и косвенных затрат за год, заработной платы работников предприятия с их социальными доходами. При данной годовой программе выпуска (1000шт.) изделия опора крана КС-45718 и разработанном производственном процессе: себестоимость изделия составляет 3891, предполагаемая прибыль составит 4474 руб. за одну единицу

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

В данной выпускной квалификационной работе в качестве объекта исследования выступает участок сборки-сварки опоры крана КС - 45718.

Процесс сварки ведется механизированным способом в среде смеси газов Ar+CO₂.

Механизированная сварка производится с использованием ПДГ421 ВС– 300М

Количество основных рабочих на участке 2 человека (при 1- сменном режиме работы).Площадь участка 20 м². Стены цеха выполнены из негорючих железобетонных блоков (в соответствии со СНиП 21-01-97), окрашенных в светлые тона.

Сварочные материалы: проволока Св-08Г2С-О, защитный газ – смесь Ar и CO₂ в соотношении 80% и 20%. Основные материалы - стали марок ст3. Перемещение деталей и сборочных единиц в границах участка производят кран-балкой грузоподъемностью 1 т, в пределах пролета – краном мостовым грузоподъемностью 5 т. На случай пожара цех оснащен запасным выходом.

Используется слесарный инструмент: молоток (т = 2 кг) ГОСТ 2310 - 77, шабер, машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002, стальная щетка.

На проектируемом участке при выполнении технологического процесса существует возможность воздействия следующих вредных и опасных факторов: запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное и тепловое излучение сварочной дуги и сварочной ванны, шум, психофизическая нагрузка на рабочего, опасность поражения

электрическим током, локальная вибрация, движущиеся механизмы и оборудование.

5.2 Законодательные и нормативные документы

В данной работе использованы:

- а) ГОСТ 2310 – 77 «Молотки слесарные. Технические условия»;
- б) ГОСТ Р 54578 – 2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного воздействия»;
- в) «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (утвержден Главным государственным санитарным врачом СССР 23 февраля 1988 г. №4557 – 88);
- г) СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки»;
- д) ГОСТ 12.2.003 – 91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- е) ГОСТ 12.1.012 – 2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»;
- ж) СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»;
- и) ФЗ «Об основах охраны труда в РФ» от 17.07.1999 г. (номер 181 - ФЗ);
- к) СНиП 2.09.03 – 85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- л) СП 1009 – 73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов»;
- м) ТУ 8572 – 017 – 00302190 – 93 «Костюмы мужские для сварщиков, защищающие от искр, брызг расплавленного металла»;

- н) ГОСТ 12.4.010 – 75 СИЗ «Рукавицы специальные»;
- п) ГОСТ 12.4.002 – 97 ССБТ «Средства индивидуальной защиты рук от вибрации»;
- р) СНиП 23 – 05 – 95 «Естественное и искусственное освещение»;
- с) СНиП 2.04.02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»;
- т) ФЗ №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера» от 21.12.94 г.;
- у) ГОСТ 12.4.009 – 83 «Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды, размещение и обслуживание»;
- ф) СНиП 21 – 01 – 97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;
- ц) СНиП 31 – 03 – 2001 «Производственные здания».
- ч) ГОСТ 30873.4 «Определение параметров вибрационной характеристики ручных машин и с ручным управлением»

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны

Данный фактор определяется и регламентируется ГОСТ Р 54578-2011 «Воздух рабочей зоны. Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия. Общие принципы гигиенического контроля и оценки воздействия».

При сварке в зону дыхания работающих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твёрдой фазы окислы различных металлов (марганца, хрома, никеля, меди, алюминия, железа и др.), их оксиды и другие соединения, а также токсичные газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота и т.д.)[13].

Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки представлены в таблице 5.1

Таблица 5.1 Данные об интенсивности выделения сварочной пыли и основных ее компонентов на участке сборки и сварки (по данным ЦСЭЛ ООО «Юргинский машзавод» на 20.01.16 г.)

Выделение сварочной пыли		Выделение компонентов сварочной пыли, мг/мин.						
г/кг	г/мин	Фторидов. г/кг	Si	Fe	Mn	Cr	Mo	Ti
наплав очных матер иалов								
35,1	2,2	0,16	68,0	1208,0	145,2	-	8,0	23,0

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.[13]

Для защиты органов дыхания, необходимо использовать средства индивидуальной защиты, к которым относятся респираторы. На данном участке сборки и сварки применяют респиратор «Лепесток»ГОСТ 12.4.028–76, который защищает органы дыхания от пылевых аэрозолей. А также каждое рабочее место оборудуется вытяжной вентиляцией, которая производит отбор загрязненного воздуха из рабочей зоны. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть

0,2÷0,5 метров в секунду.

Основным средством от повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны является применение приточно – вытяжной вентиляции.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» многопролетных зданиях с целью предотвращения перетекания сварочного аэрозоля в помещения, где сварка не производится, пролеты вдоль линии раздела должны иметь перегородки, не доходящие до уровня пола на 2,5 м. При работе, связанной с применением защитных газов, обшивка по всему периметру не должна доходить до пола на расстояние 300 мм.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений.

Тепловые излучения (инфракрасное и ультрафиолетовое излучение).

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

В зависимости от длины волны изменяется проникающая способность инфракрасного излучения. Наибольшую проникающую способность имеет коротковолновое инфракрасное излучение (0,76-1,4 мкм), которое проникает в ткани человека на глубину в несколько сантиметров. Инфракрасные лучи

длинноволнового диапазона (9-420 мкм) задерживаются в поверхностных слоях кожи.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки источниками ультрафиолетового и инфракрасного излучения является сварочная дуга, а также источником инфракрасного излучения является расплавленная сварочная ванна и свариваемые детали.

«Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях» (СН 4557-87) регламентируют данный производственный фактор.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. Рекомендуется использование светофильтров из темного стекла ЭЗ, С4.

Шум

Параметры шума на рабочих местах определены санитарными нормами СН2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в жилых помещениях, общественных зданиях и на территории жилой застройки». Допустимый уровень звукового давления на участке при эксплуатации оборудования составляет: 74÷99 дБ, что является нормой и не требует специальных средств защиты.

Источниками шума на участке сборки и сварки корпуса коронки являются: сварочные выпрямители (ВС – 300Б); подающее устройство полуавтоматов (ПДГ - 421); сварочная дуга; слесарный инструмент; работа электродвигателя кран – балки и крана мостового. На проектируемом участке уровень шума составляет 65...80 дБ при норме 85 дБ.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумные наушники по ГОСТ Р 12.4.255-2011

На данном участке используем виброизолирующие основания серии 3.901.1-17 для защиты от шума вентиляционного оборудования, вентиляторы установлены в отдельные звукоизолирующие помещения, вынесенные за пределы цеха.

Вибрация

Вибрация относится к факторам, обладающим высокой биологической активностью. Выраженность ответных реакций обуславливается главным образом силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела как сложной колебательной системы.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 риск, сопутствующий работе виброактивных машин, должен быть снижен до минимально возможного, а вибрационная характеристика такой машины должна быть указана в сопроводительных документах.

Согласно ГОСТ30873.4 вибрация в каждом из направлений оказывает одинаково вредное воздействие на оператора. Поэтому измерения необходимо проводить во всех трех направлениях.

Гигиеническое нормирование вибраций регламентирует параметры производственной вибрации и правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием ГОСТ 12.1.012-2004 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

На данном производственном участке вибрацию создает ручная шлифовальная пневматическая машина ИП 2002, применяемая для зачистки деталей от брызг сварки. Вибрация в данном случае – локальная, т.е. воздействующая на отдельные части организма.

Согласно требованиям СН 2.2.4/2.1.8.556 – 96 предельно допустимые величины нормируемых параметров производственной локальной вибрации при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч) виброускорения – от

1,4 м/с до 89 м/с. Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Движущиеся механизмы

На участке применяются: кран-балка (грузоподъемностью 1,0 т·с), кран мостовой (грузоподъемностью 5 т·с), автотранспорт, то есть имеется опасность нанесения вреда человеку движущимися и вращающимися частями машин.

Опасность представляют грузы, перемещаемые с помощью стропа.

В качестве защиты необходимо проводить регулярный инструктаж рабочих по технике безопасности, все движущиеся механизмы должны быть аттестованы.

Проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м; при эксплуатации подъемно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов.

При эксплуатации шлифовальной машины — защитный кожух на шлифовальном круге.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380В. Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81.

На проектируемом участке применяются искусственные заземляющие устройства, которые состоят из заземлителей и заземляющих проводников. Заземлители представляют собой стальные трубы диаметром 50...70 мм с толщиной стенок 3...5 мм либо стержни из угловой стали размером 50x50x5 мм, забиваемые в землю на глубину 2...2,5 м с шагом, равным их длине, так, чтобы их верхние части были под поверхностью земли на глубине 0,5...0,8 м.

Количество заземлителей 3 шт. Сопротивление заземляющих устройств не должно превышать 4 Ом.[13]

Термические ожоги.

Термические ожоги возникают вследствие непосредственного контакта с раскаленным металлом сварочной ванны, электрической дугой и пламенем газовой горелки. Для предотвращения термических ожогов кожного покрова необходимо использовать индивидуальные средства защиты.

Маска из фибры защищает лицо, в соответствии ГОСТ Р 12.4.238-2007 шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки и теплового излучения. Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаящие попадание искр и капель расплавленного металла ГОСТ 12.4.250-2013.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы со специальной противопожарной пропиткой ГОСТ 12.4.010.2013.

Согласно требований СП 1009-73 «Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов» для защиты от лучистой энергии рабочих, не связанных со сваркой, наплавкой или резкой металлов, сварочные посты должны ограждаться экранами из несгораемых материалов высотой не менее 1,8 м.

Пожаровзрывобезопасность.

Пожаровзрывобезопасность производства определяется показателями пожаровзрывоопасности веществ и материалов и их агрегатным состоянием. К

этим показателям относится группа горючести, температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения, условия теплового самовозгорания.

Участок сборки и сварки относится к категории В (пожароопасный).

5.5 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Согласно СНиП 23 - 05 – 95 "Естественное и искусственное освещение" для проектируемого участка освещенность рабочей зоны должна быть не менее 500-700 лк. На проектируемом участке освещение комбинированное естественное, то есть осуществляемое через окна в наружных стенах (боковое освещение) и через фонарь (верхнее освещение). Также предусмотрено искусственное освещение газоразрядными лампами, используемое при недостаточном естественном освещении в темное время суток.

Световой поток светильника определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta} \quad (5.1)$$

где E- заданная минимальная освещенность, Лк;

K_3 - коэффициент запаса;

S- освещаемая площадь, м²;

Z- коэффициент минимальной освещенности;

η - коэффициент использования светового потока

E= 500Лм; $K_3=1,8$; S= 207 м²; Z=1,5; $\eta=0,48$; $\varphi = 33000$ Лм.

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\varphi \cdot \eta} \quad (5.2)$$

$$N = \frac{500 \cdot 1,8 \cdot 207 \cdot 1,5}{33000 \cdot 0,48} = 18 \text{ шт}$$

Принимаем светильники типа ОД с лампой ДРЛ-750, $\phi = 33000$ Лм.

5.6 Охрана окружающей среды

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки используют масляные фильтры типа EF-3000-4-4.6с.

Фильтр EF рассчитан на продолжительную работу при следующих климатических условиях:

- температура окружающего воздуха -30°C до 45°C ;
- относительная влажность 80% при 15°C .

Эффективность фильтров данного типа составляет 95 - 98 %.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 % вредных веществ. Очистка промышленных стоков должна соответствовать требованиям СНиП 2. 04. 02 – 84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения». Металлические отходы являются главным видом отходов на данном участке.

На проектируемом участке сборки и сварки корпуса коронки предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они

перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается.

5.7 Чрезвычайные ситуации

На проектируемом участке могут возникнуть чрезвычайные ситуации следующих видов:

- а) транспортные аварии;
- б) пожары, взрывы;
- в) внезапное обрушение зданий и сооружений;
- г) аварии на коммунальных системах снабжения.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

а) огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;

б) песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением - 0,5 м³;

в) кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;

г) огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

Для предотвращения обрушения зданий и сооружений создана специальная комиссия, которая с периодичностью раз в полгода проводит осмотр здания и выносит предписания по необходимым мерам, а также следит за их выполнением.

5.8 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Размещение оборудования и организация рабочих мест на проектируемом участке выполнена согласно требованиям приведенных в ГОСТ 12.2.061-81.

Ширина проходов между оборудованием, движущимися механизмами, перемещаемыми деталями составляет 0,8м. Зоны с опасными производственными факторами огорожены, и знаки безопасности выдержаны по ГОСТ 12.4.026 -76.

В качестве материала для стен кабины используется тонкое железо, Каркас кабины сделаны из металлических труб. Дверной проем кабины закрывают брезентовым занавесом, укрепленным на кольцах.

Для отделки стен кабины применяют желтый крон, который хорошо поглощает ультрафиолетовые лучи.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть $0,2 \div 0,5$ метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt[3]{1500 - 21} = 1,5 \cdot 11,3 = 17,0 \text{ Вт} \quad (5.3)$$

Определим максимальное расстояние от кромки зонта до источника выделений:

$$H = 1,5\sqrt{1,2} = 1,5 \cdot 1,09 = 1,6 \text{ м} \quad (5.4)$$

Рассчитываем количество воздуха, достигающее вытяжного зонта с конвективным потоком:

$$L_K = 0,68 \cdot \sqrt{17 \cdot 1,2^2 \cdot 1,6} = 4,2 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.5)$$

Находим размеры вытяжного зонта:

$$A = 0,8 + 0,8 \cdot 1,6 = 2 \text{ м} \quad (5.6)$$

$$B = 1,5 + 0,8 \cdot 1,6 = 2,7 \text{ м} \quad (5.7)$$

Подсчитываем количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_3 = \frac{4,2 \cdot 2 \cdot 2,7}{1,2} = 19 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.8)$$

Определим необходимый объём воздуха L , удаляемый от местных отсосов по формуле:

$$L = 3600 \cdot F \cdot V \quad (5.9)$$

где F – суммарная площадь рабочих проёмов м^2 ;

V – скорость всасывания воздуха на рабочем участке, м/с ; $V = 2 \text{ м/с}$.

$$L = 3600 \cdot 1,2 \cdot 1,2 = 5100 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 5100 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

5.9 Выводы

Для обеспечения безопасной жизнедеятельности трудового коллектива на проектируемом участке были разработаны и приняты следующие меры:

а) для устранения вредного воздействия аэрозолей, пыли, дыма на рабочих местах применяется общеобменная система вентиляции с использованием вентилятора радиального FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт;

б) для предотвращения опасности поражения электрическим током применяется: защитное разделение сети; защитное заземление; изолирующая обувь;

в) требуемое освещение на рабочем участке обеспечивается 81 светильниками типа ОД с лампами ДРЛ-750;

г) для защиты от излучений сварочной дуги и предотвращения опасности ожогов, из-за брызг расплавленного металла, используется: термозащитная спецодежда, рукавицы брезентовые, сварочные щитки или защитные маски со светофильтрами, спецобувь, защитные ширмы;

д) для защиты от шума - противοшумные наушники типа РОСОЗМ -8, от вибрации - антивибрационные рукавицы;

е) при слесарной обработке для защиты глаз рабочих от частиц металла – очки защитные типа ЗПР, при работе шлифовальными машинами и при сварке для защиты органов дыхания рабочих – респираторы «Лепесток»;

ж) для получения оптимальных условий в теплый период года на участке необходимо установить кондиционеры, которые будут охлаждать, и увлажнять воздух в особо жаркую погоду, а для доведения температуры в холодный период до оптимальной дополнительные отопительные радиаторы и калориферы;

и) для ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной среды на рабочего рекомендуется проведение специальных мероприятий, а для повышения работоспособности рабочих необходимо чередовать период труда и отдыха;

к) участок обеспечивается средствами тушения: огнетушителями порошковыми ОП-8; ящиками с песком; краном внутреннего пожарного водопровода.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки основания.

Для сборки-сварки опоры в целом применено стационарное сборочно – сварочное приспособление, которое позволило отказаться от использования технологических жесткостей, заменено сварочное оборудование на менее дешёвое.

В результате перечисленных нововведений время изготовления сократилось на 1,957 ч.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 1000 изделий.

Площадь спроектированного участка – 203,7 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 50,4 %;

Экономический эффект на изделие – 1089,01 рублей.

Список литературы

1. Сварочные аппараты // Выбор сварочного оборудования [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:
https://www.vseinstruenti.ru/silovaya_tehnika/svarochnoe_oborudovanie/articles/1222
2. Химический состав сталей // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://heattreattent.ru/hiticheskiy-sostav-stali>
3. Выбор способа сварки // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:
<http://fccland.ru/inzhenernye-konstrukcii/683-vybor-sposoba-svarki.html>
4. Сварочные материалы и оборудования // Химический состав проволок:[Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:
http://www.uniprofit.ru/spravka/st/hs_sv08g2so
5. Физическая свариваемость // [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:<https://ru.wikipedia.org/wiki/>
6. Классификация свариваемости сталей // Группы свариваемости сталей [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:<http://taina-svarki.ru/svarivaetost/klassifikatsiya-staley-po-svarivaetosti.php>
7. Определение стойкости металла // Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://tash-xxl.info/page/255037198001106230163138076088244096039246062206/>
8. Электрическая диссоциация // Реакции ионного обмена [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа:<https://interneturok.ru/lesson/chemistry/11-klass/brastvory-i-ih-koncentraciya-dispersnye-sistemy-elektroliticheskaya-dissotsiatsiya-gidrolizb/elektroliticheskaya-dissotsiatsiya-reaktsii-ionnogo-obmena>
9. Основные принципы сварки в CO₂ // дуговая сварка в среде защитных газов [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://www.kobelco-welding.jp/russian/education-center/Fundamentals/Fundamentals02.html>

10. Режимы сварки в защитных газах [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <http://weldzone.info/technology/gas-shieldedarcwelding/400-rezhimy-svarki-v-zashhitnyx-gazax15>
11. Серийное производство [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/131789/%D0%A1%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D0%B5>
12. Типы производства [Электронный ресурс] - 2019 - Режим доступа: www.grandars.ru/student/ekonoticheskaya-teoriya/tip-proizvodstva.html
13. Техническое нормирование труда [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/tehicheskoe-nortirovanie-truda.html>
14. Ручная дуговая сварка покрытыми электродами [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://evrotek.spb.ru/info/stati/i_welding/24646/
15. Напряжение и деформации при сварке. Термическая обработка сварных конструкций [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-17/58.htm>
16. Этапы разработки технологического процесса [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://delta-grup.ru/bibliot/3k/35-2.htm>
17. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc3p/292270>
18. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. Учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 1980. – 319с.
19. Организация труда и рабочего места сварщика [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.ural-k-s.ru/p/10838.html>
20. Количество оборудования и коэффициент загрузки оборудования [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.finwords.ru/wfirs-460-1.html>
21. Расчёт численности рабочих на предприятии [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.econoty-web.org/?p=411>